

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-330846

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

(51)Int.Cl.

H01Q 13/10

H01P 5/10

H01Q 21/08

(21)Application number : 10-131920

(71)Applicant : RICOH CO LTD
MIZUNO KOJI

(22)Date of filing : 14.05.1998

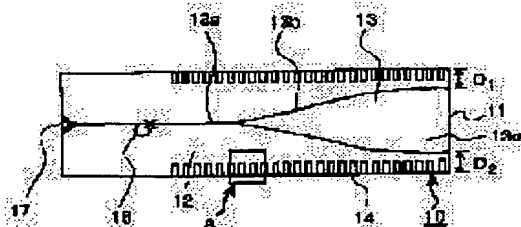
(72)Inventor : SUGAWARA SATORU
MIZUNO KOJI

(54) PLANAR ANTENNA AND ANTENNA ARRAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the miniaturization and production of a planar antenna and an antenna array by satisfying the specified relation between the depth of a corrugate structure and a wavelength in free space.

SOLUTION: If the depth of a groove in the corrugate structure is defined as CL and the wavelength in the free space is defined as λ_0 , the corrugate structure is constituted so as to satisfy the relation $0.05 \lambda_0 \leq CL$. A planar antenna 10 is constituted by using a substrate 11 composed of a dielectric and a conductor part 12 formed on the substrate 11, while having a tapered slot part 13 with which electromagnetic waves are radiated or made incident. The tapered slot part 13 is composed of an input part 13a, a curved line part 13b and an opening part 13c. At both the side ends of the conductor part 12 parallel to the radiating direction of electromagnetic waves, a corrugate structure 14 composed of plural grooves formed by periodically rectangularly removing the conductor part 12 is provided. Thus, even if the length of an antenna terminal from the opening part of the planar antenna is shortened, deterioration in the directivity of the planar antenna can be prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.06.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3682371

[Date of registration]

27.05.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-330846

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

H 0 1 Q 13/10

H 0 1 Q 13/10

H 0 1 P 5/10

H 0 1 P 5/10

E

H 0 1 Q 21/08

H 0 1 Q 21/08

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-131920

(22) 出願日 平成10年(1998) 5 月14日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

(71) 出願人 597114373

水野 皓司

宮城県仙台市青葉区国見 6 - 14 - 6

(72) 発明者 菅原 悟

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72) 発明者 水野 皓司

宮城県仙台市青葉区国見 6 - 14 - 6

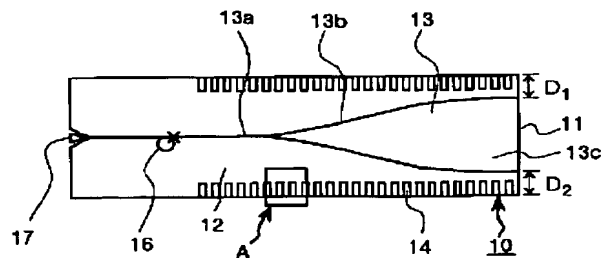
(74) 代理人 弁理士 酒井 宏明

(54) 【発明の名称】 平面アンテナおよびアンテナアレイ

(57) 【要約】

【課題】 コルゲート構造がどのようなものを明らかにすることにより、平面アンテナの小型化を容易に達成可能にすること。

【解決手段】 電磁波の放射方向に平行な両側端の導体部 1 2 にコルゲート構造部 1 4 を設けた平面アンテナ 1 0 において、コルゲート構造部 1 4 の溝の深さを $C L$ 、自由空間での波長を λ 。とした場合に、溝の深さ $C L$ および波長 λ 。が、 $0.05\lambda \leq C L$ の関係になるようにコルゲート構造部 1 4 を構成したものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電磁波の放射方向に平行な両側端の導体部分にコルゲート構造を設けた平面アンテナにおいて、前記コルゲート構造の溝の深さを CL 、自由空間での波長を λ_0 とした場合に、前記溝の深さ CL および波長 λ_0 が、

$$0.05\lambda_0 \leq CL$$

の関係になるように前記コルゲート構造を構成したことを特徴とする平面アンテナ。

【請求項 2】 電磁波の放射方向に平行な両側端の導体部分にコルゲート構造を設けた平面アンテナにおいて、前記コルゲート構造の溝の深さを CL 、自由空間での波長を λ_0 とした場合に、前記溝の深さ CL および波長 λ_0 が、

$$0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$$

の関係になるように前記コルゲート構造を構成したことを特徴とする平面アンテナ。

【請求項 3】 さらに、前記平面アンテナの開口端から前記コルゲート構造を設けた側のアンテナ端までの長さを D とした場合に、前記溝の深さ CL 、波長 λ_0 および長さ D が、

$$D - CL \geq 0.1\lambda_0$$

の関係になるように前記コルゲート構造を構成したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の平面アンテナ。

【請求項 4】 前記請求項 1～3 のいずれか一つに記載の平面アンテナを同一平面上に複数配列して構成したことを特徴とするアンテナアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は移動体通信機器や小型情報端末、その他平面アンテナを内蔵する無線装置へ応用可能な平面アンテナおよびアンテナアレイに関し、より詳細には、平面アンテナの指向性の向上と小型化とを容易に達成することができるようにすると共に、平面アンテナの E 面および H 面の指向性を独立に、かつ、連続的に変化させることができるようにした平面アンテナおよびアンテナアレイに関する。

【0002】

【従来の技術】 平面アンテナの一形態であるテーパードスロットアンテナは、スロットラインのスロット幅が傾きを持って（テーパ状に）広がる構造を備え、アンテナ面に対して平行な方向（スロットラインの進行方向）に電磁波を放射するものである。以下では、テーパードスロットアンテナのことを単に平面アンテナと記述することにする。

【0003】 図 18 は、従来の平面アンテナの一例を示す上面図である。図 18 に示す平面アンテナ 90 は、誘電体からなる基板 11 と、基板 11 上に形成され、電磁波を放射または入射するテーパ状スロット部 13 を有する導体部 12 とを用いて構成されている。テーパ状

スロット部 13 は、入力部 13a と、曲線部 13b と、開口部 13c とから構成される。この平面アンテナ 10 のアンテナ長は 4 波長、開口部 13c の幅は 1 波長、開口部 13c の端部（アンテナ開口端）とアンテナ端との間の長さ D_1 、 D_2 はそれぞれ 2 波長である。なお、図 18 において、16 は、コプレーナ線路の給電線 17 にモード変換するバランを示している。

【0004】 この平面アンテナ 90 は、構造がスロットラインと同様であるため、マイクロストリップラインのように裏面に接地導体を必要とせず、ユニプレーナ構造の給電線や整合回路と容易に一体化させることができるという特徴を有している。

【0005】 ところが、平面アンテナ 90 は、アンテナの大きさ、特にアンテナの幅について次のような制限がある。一般に、平面アンテナ 90 の開口部 13c の幅は 1 波長程度であるが、開口部 13c の端部からアンテナ端部までの長さ D_1 、 D_2 はそれぞれ 2 波長程度必要であるといわれている。もし、開口部 13c の端部からアンテナ端部までの長さ D_1 、 D_2 を 2 波長より短くした場合には、平面アンテナ 90 の指向性が劣化するといわれている。

【0006】 例えば、Ramakrishna Janaswamy and Daniel H. Schaubert, "Analysis of the Tapered Slot Antenna IEEE" Trans on Antennas and Propagation, Vol. AP-35, No.9, 1987 p.1058-1065 には、上述したように、開口部 13c の端部からアンテナ端までの長さを短くしていくと、平面アンテナ 90 の指向性が劣化するという例が開示されている。また、この論文によれば、開口部 13c の端部からアンテナ端までの長さを一定に保った状態で、アンテナの中心からアンテナ端までの長さが 3 波長以上あれば、アンテナ端の影響は無視でき、アンテナの指向性を良好に保つことができる旨が開示されている。

【0007】 このように、従来の平面アンテナでは、開口部 13c の幅は 1 波長程度であるが、開口部 13c の端部からアンテナ端部までの長さ D_1 、 D_2 はそれぞれ 2 波長程度必要であるため、平面アンテナ全体の幅が 5 波長程度と大きなものになっていた。換言すれば、指向性を維持することを考慮すると、平面アンテナの小型化を図ることは困難であった。

【0008】 そのため、導体部 12 の電磁波の放射方向に平行な両側端にコルゲート構造を設けた平面アンテナが提案されている（Satoru Sugawara, Yutaka Maita, Kazuhiko Adachi, Koji Mori, and Koji Mizuno, "A MM-WAVE TAPERED SLOT ANTENNA WITH IMPROVED RADIATION PATTERN" IEEE 1997 MTT-S IMS Digest pp.959）。このように、導体部 12 にコルゲート構造を設けることにより、平面アンテナの開口部 13c の端部からアンテナ端までの長さ D_1 、 D_2 を短くした場合であっても、指向性が劣化しないアンテナが実現可能となる。

【0009】以上では、平面アンテナのサイズと指向性との関係について説明したが、以下では、平面アンテナの指向性を制御するための従来の方法について説明する。平面アンテナの指向性を変える（制御する）ための方法としては以下の3つが知られている。

【0010】第1の方法は、平面アンテナのテーパ状スロット部の形状を変えることにより指向性を変えるというものである。標準的な平面アンテナとして知られている図19に示すL T S A (Linearly Tapered Slot Antenna) と比較した場合、図20に示すv i v a l d i (e x p o n e n t i a l l y t a p e r e d s l o t a n t e n n a) はより広い指向性を持つ傾向があることが知られており、また、図21に示すC W S A (Constant Width Slot Antenna) はより狭い指向性を持つ傾向があることが知られている。

【0011】また、第2の方法は、平面アンテナのアンテナ長を変えることにより指向性を変えるというものである。平面アンテナのアンテナ長を変えることにより指向性を変えるということは、平面アンテナが進行波型のアンテナであることに由来するものである。

【0012】さらに、第3の方法は、平面アンテナの基板幅を短くすることにより、指向性を変えるというものである。すなわち、この第3の方法は、平面アンテナの基板幅を短くすると、E面の指向性が狭くなるという傾向を利用するものである。なお、平面アンテナの基板幅とE面の指向性との関係については、上記論文において、J a n a s w a m y および S c h a u b e r t によって指摘されている。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記コルゲート構造を有する平面アンテナにおいては、平面アンテナの開口部の端部からアンテナ端までの長さをそれぞれ短くした場合であっても、指向性が劣化しないアンテナが実現可能であるというものの、どのようなコルゲート構造を形成すれば指向性の劣化を効果的に防止することができるかが未だ明らかにされていないため、コルゲート構造を有する平面アンテナを容易に製造することができず、平面アンテナの小型化を図ることは困難であるという問題点があった。そのため、複数の平面アンテナを配列して構成したアンテナアレイについても、コルゲート構造を設けて小型化を図ることは困難であった。

【0014】また、平面アンテナの指向性を変えるための第1の方法にあっては、大まかに指向性を変えることができるものの、指向性を連続的に変化させることは非常に困難であるため、所望の指向性を有する平面アンテナを得ることは困難であるという問題点があった。

【0015】また、平面アンテナの指向性を変えるための第2の方法にあっては、指向性を連続的に変化させることは可能であるが、E面およびH面の指向性が同時に変化してしまうため、E面およびH面のいずれか一方の

指向性を独立して制御することはできないという問題点があった。加えて、指向性を狭くするためには平面アンテナのアンテナ長を長くしなければならないため、平面アンテナの小型化を図ることが困難となるという問題点があった。

【0016】さらに、平面アンテナの指向性を変えるための第3の方法にあっては、基板幅を狭くすることによってE面のみの指向性を狭くすることができるものの、それに伴ってE面およびH面のサイドロベレベルが高くなるため、この方法を実際に利用することは困難であるという問題点があった。

【0017】本発明は上記に鑑みてなされたものであって、指向性の劣化を効果的に防止することができるコルゲート構造がどのようなものかを明らかにすることにより、平面アンテナおよびアンテナアレイの小型化を容易に達成し、小型の平面アンテナおよびアンテナアレイを容易に製造することができるようにすることを第1の目的とする。

【0018】また、本発明は上記に鑑みてなされたものであって、平面アンテナのテーパードスロット部の形状や平面アンテナ自身の大きさを変化させることなく、平面アンテナのE面およびH面の指向性を独立に、かつ、連続的に変化させることができるようにして、所望の指向性を有する平面アンテナおよびアンテナアレイを容易に製造することができるようにすることを第2の目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の平面アンテナにあっては、電磁波の放射方向に平行な両側端の導体部分にコルゲート構造を設けた平面アンテナにおいて、前記コルゲート構造の溝の深さをC L、自由空間での波長を λ 。とした場合に、前記溝の深さC Lおよび波長 λ 。が、 $0.05\lambda \leq C L$ の関係になるように前記コルゲート構造を構成したものである。

【0020】また、請求項2の平面アンテナにあっては、電磁波の放射方向に平行な両側端の導体部分にコルゲート構造を設けた平面アンテナにおいて、前記コルゲート構造の溝の深さをC L、自由空間での波長を λ 。とした場合に、前記溝の深さC Lおよび波長 λ 。が、 $0.05\lambda \leq C L \leq 0.15\lambda$ 。の関係になるように前記コルゲート構造を構成したものである。

【0021】また、請求項3の平面アンテナにあっては、請求項1または2に記載の平面アンテナにおいて、さらに、前記平面アンテナの開口端から前記コルゲート構造を設けた側のアンテナ端までの長さをDとした場合に、前記溝の深さC L、波長 λ 。および長さDが、 $D - C L \geq 0.1\lambda$ 。の関係になるように前記コルゲート構造を構成したものである。

【0022】さらに、請求項4のアンテナアレイにあっては、

ては、前記請求項1～3のいずれか一つに記載の平面アンテナを同一平面上に複数配列して構成したものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る平面アンテナおよびアンテナアレイの実施の形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0024】〔実施の形態1〕実施の形態1においては、平面アンテナについて説明する。図1は、実施の形態1に係る平面アンテナの上面図である。図1に示す平面アンテナ10は、誘電体からなる基板11と、基板11上に形成され、電磁波を放射または入射するテーパ状スロット部13を有する導体部12とを用いて構成されている。テーパ状スロット部13は、入力部13aと、曲線部13bと、開口部13cとから構成される。また、導体部12の電磁波の放射方向に平行な両側端には、導体部12を周期的に矩形状に取り除いて形成された複数の溝からなるコルゲート構造部14が設けられている。なお、図1において、16は、コプレーナ線路の給電線17にモード変換するバランを示している。

【0025】図2は、図1中の領域Aの拡大図であり、コルゲート構造部14を説明するためのものである。図2において、20は基板11上の導体部12を周期的に矩形状に取り除くことによって形成されたコルゲート構造部14を構成する溝を示し、CL(Corrugation Length)は溝20の深さを、CW(Corrugation Width)は溝20の幅をそれぞれ示している。

【0026】つぎに、コルゲート構造部14をどのように構成するかについて詳細に説明する。本発明の発明者は、コルゲート構造部14をどのように構成することが平面アンテナ10の指向性の向上を図るために効果的かを確認するため、コルゲート構造部14を構成する溝20の深さCLおよび幅CWの寸法がそれぞれ異なる複数の平面アンテナ10を作製し、それぞれの特性を調べる実験を行った。以下に、(1)溝20の深さCLを変化させた場合の実験結果、(2)溝20の幅CWを変化させた場合の実験結果、(3)結論の順で本発明の発明者が行った実験について詳細に説明することにより、コルゲート構造部14の構成について説明する。

【0027】(1)溝20の深さCLを変化させた場合の実験結果

① CL実験1

本実験に使用した平面アンテナは、図1および図2に示したものと同様の形状であり、厚さ50 μ mのポリイミド(カプトン)からなる基板11と、基板11上に積層された厚さ5 μ mの銅のパターン(導体部12)とで形成されている。寸法については、設計周波数60GHzの自由空間での波長5mmを λ_0 とし、平面アンテナ全体の長さを5 λ_0 、幅を2 λ_0 とし、テーパ状スロット部13の長さを4 λ_0 、開口部13cの幅を λ_0 、開

口端から基板端までの長さD₁およびD₂をそれぞれ0.5 λ_0 とした(この場合において、 λ_0 は5mmに該当する)。なお、以下の説明において、平面アンテナの寸法について特に明示しない寸法は上記寸法と同一である。

【0028】ここでは、コルゲート構造部14における溝20の幅CWを0.04 λ_0 とし、溝20の深さCLについて自由空間での波長 λ_0 の0～0.4倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性をそれぞれ測定し、溝20の深さCLを自由空間での波長 λ_0 の0～0.4(一部0～0.25倍)倍に変化させた場合のE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。なお、CLが自由空間での波長 λ_0 の0倍の平面アンテナとは、コルゲート構造部14がない平面アンテナを意味する。

【0029】図3～図6は、アンテナ指向性についての測定結果の例を示すグラフである。ここで、図3はCL=0 λ_0 の場合を、図4はCL=0.02 λ_0 の場合を、図5はCL=0.08 λ_0 の場合を、図6はCL=0.2 λ_0 の場合をそれぞれ示し、各図において、(a)はE面についての測定結果を、(b)はH面についての測定結果をそれぞれ示している。

【0030】図7は、指向性の測定結果から得たE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図7より、0.15 $\lambda_0 \leq CL$ では10dBビーム幅はほぼ一定の値となり、一方、CL \leq 0.15 λ_0 ではE面の10dBビーム幅が大きく変化しており、CLの寸法を変化させることによりE面の指向性を制御することが可能であることがわかる。

【0031】② CL実験2

ここでは、コルゲート構造部14における溝20の幅CWを0.08 λ_0 とし、溝20の深さCLについて自由空間での波長 λ_0 の0～0.4倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性をそれぞれ測定し、溝20の深さCLを自由空間での波長 λ_0 の0～0.4倍に変化させた場合のE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。

【0032】図8は、CL実験2のE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図8においても、図7の場合と同様に、0.15 $\lambda_0 \leq CL$ では10dBビーム幅はほぼ一定の値となり、一方、CL \leq 0.15 λ_0 ではE面の10dBビーム幅が大きく変化しており、CLの寸法を変化させることによりE面の指向性を制御することが可能であることがわかる。

【0033】③ CL実験3

ここでは、平面アンテナの開口端から基板端までの長さD₁およびD₂をそれぞれ0.4 λ_0 、コルゲート構造部14における溝20の幅CWを0.04 λ_0 とし、溝20の深さCLについて自由空間での波長 λ_0 の0～

0.25倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性をそれぞれ測定し、溝20の深さCLを自由空間での波長 λ_0 の0~0.25倍に変化させた場合のE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。

【0034】図9は、CL実験3のE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図9においても、図7および図8の場合と同様に、 $0.15\lambda_0 \leq CL$ では10dBビーム幅はほぼ一定の値となり、一方、 $CL \leq 0.15\lambda_0$ ではE面の10dBビーム幅が大きく変化しており、CLを変化させることによりE面の指向性を制御することが可能であることがわかる。また、平面アンテナの開口端から基板端までの長さ D_1 および D_2 の寸法を変化させても、E面およびH面における10dBビーム幅の変化に対する影響がほとんどないことがわかる。

【0035】④ CL実験4

ここでは、平面アンテナのテーパ状スロット部13の長さを $5\lambda_0$ 、コルゲート構造部14の溝20の幅CWを $0.04\lambda_0$ とし、溝20の深さCLについて自由空間での波長 λ_0 の0~0.4倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性をそれぞれ測定し、溝20の深さCLを自由空間での波長 λ_0 の0~0.4倍に変化させた場合におけるE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。

【0036】図10は、CL実験4のE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図10においても、図7~図9の場合と同様に、 $0.15\lambda_0 \leq CL$ では10dBビーム幅はほぼ一定の値となり、一方、 $CL \leq 0.15\lambda_0$ ではE面の10dBビーム幅が大きく変化しており、CLを変化させることによりE面の指向性を制御することが可能であることがわかる。また、平面アンテナのテーパ状スロット部13の長さの寸法を変化させても、E面およびH面における10dBビーム幅の変化に対する影響がほとんどないことがわかる。

【0037】⑤ CL実験1~4のまとめ

CL実験1~4において、様々な条件の下、溝20の深さCLの寸法を変化させてE面およびH面における10dBビーム幅の変化を検討した結果、いずれの場合においてもほぼ同様の変化を示し、E面およびH面における10dBビーム幅の変化は溝20の深さCLの寸法に依存することがわかった。

【0038】また、図11は、上記実験に用いた平面アンテナの指向性のサイドロレベルをまとめて示したグラフであり、図11(a)はE面におけるサイドロレベルを、図11(b)はH面におけるサイドロレベルをそれぞれ示している。この図11より、 $CL \leq 0.05\lambda_0$ の場合、E面のサイドロレベルが非常に高くなることがわかる。

【0039】したがって、以上の実験結果より、

① $CL \leq 0.05\lambda_0$ 。

E面のサイドロレベルが非常に高くなってしまう領域

② $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ 。

E面のサイドロレベルが低く、E面の指向性をCLにより制御可能である領域

③ $0.15\lambda_0 \leq CL$

E面のサイドロレベルが低く、E面の指向性がほぼ一定の領域ということがわかる。

【0040】(2) 溝20の幅CWを変化させた場合の実験結果

① CW実験1

ここでは、コルゲート構造部14の溝20の深さCLを $CL = 0.2\lambda_0$ とし、溝20の幅CWについて自由空間での波長 λ_0 の0.04~0.2倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性を測定し、溝20の幅CWを自由空間での波長 λ_0 の0.04~0.2倍に変化させた場合のE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。

【0041】図12は、CW実験1のE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図12により、溝20の幅CWに対するE面およびH面における10dBビーム幅の依存性はほとんど認められないことがわかる。

【0042】② CW実験2

ここでは、コルゲート構造部14の溝20の深さCLを $CL = 0.15\lambda_0$ とし、溝20の幅CWについて自由空間での波長 λ_0 の0.04~0.2倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性を測定し、溝20の幅CWを自由空間での波長 λ_0 の0.04~0.2倍に変化させた場合のE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。

【0043】図13は、CW実験2のE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図13においても、図12と同様に、溝20の幅CWに対するE面およびH面における10dBビーム幅の依存性はほとんど認められないことがわかる。

【0044】③ CW実験3

ここでは、平面アンテナの開口端から基板端までの長さ D_1 および D_2 をそれぞれ $0.4\lambda_0$ 、コルゲート構造部14の溝20の深さCLを $CL = 0.2\lambda_0$ とし、溝20の幅CWについて自由空間での波長 λ_0 の0.04~0.2倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性を測定し、溝20の幅CWを自由空間での波長 λ_0 の0.04~0.2倍に変化させた場合のE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。

【0045】図14は、CW実験3のE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図14においても、図12および図13と同様

に、溝20の幅CWに対するE面およびH面における10dBビーム幅の依存性はほとんど認められないことがわかる。

【0046】④ CW実験4

ここでは、平面アンテナのテーパー状スロット部13の長さを 5λ 、コルゲート構造部14の溝20の深さCLを $CL=0.2\lambda$ とし、溝20の幅CWについて自由空間での波長 λ の0.04~0.2倍の範囲で異なるように作製した各平面アンテナの指向性を測定し、溝20の幅CWを自由空間での波長 λ の0.04~0.2倍に変化させた場合のE面およびH面における10dBビーム幅の変化について検討した。

【0047】図15は、CW実験4のE面およびH面における10dBビーム幅の変化の様子を示すグラフである。この図15においても、図12~図15と同様に、溝20の幅CWに対するE面およびH面における10dBビーム幅の依存性はほとんど認められないことがわかる。

【0048】⑤ CW実験1~4のまとめ

図16は、CW実験1~4で用いた平面アンテナの指向性のサイドロブレベルをまとめて示したグラフであり、図16(a)はE面におけるサイドロブレベルを、図16(b)はH面におけるサイドロブレベルをそれぞれ示している。図12~図15に示した10dBビーム幅および図16に示したサイドロブレベルともに、溝20の幅CWに依存して変化するという明らかな傾向は認められないことがわかった。

【0049】(3) 結論

以上の実験結果より、溝20の深さCLを(1) $0.05\lambda \leq CL$ (より好ましくは $0.15\lambda \leq CL$) とすることにより、E面のサイドロブレベルを低く抑えることができ、また、(2) $0.05\lambda \leq CL \leq 0.15\lambda$ とすることにより、E面のサイドロブレベルを低く抑えつつ、E面の指向性をCLにより制御することが可能であるという結論を得ることができた。この

(2)の結論は、図5(a)および図6(a)を比較すると良く理解することができる。ここで図5(a)は $CL=0.08\lambda$ 、図6(a)は $CL=0.2\lambda$ の場合の平面アンテナのE面における指向性をそれぞれ示しており、図5(a)の場合が上記(2)の結論を満たす平面アンテナに該当する。両方の図を比較すると、 $CL=0.08\lambda$ (図5(a))にした平面アンテナのE面の指向性は、 $CL=0.2\lambda$ (図6(a))のものと比べて狭くなっており、CLでE面の指向性を制御可能であることが明確に理解できる。また、平面アンテナの指向性はCLのみに依存し、平面アンテナの他の部分の寸法には影響を受けないという結論も得ることができた。

【0050】ただし、溝20の深さCLの寸法は、平面アンテナ本来の機能を考えると、当然のことながら開口

端から基板端までの長さ D_1 および D_2 より長くすることはできない。そのため、溝20がアンテナ本来の機能を妨げないようにするためには、少なくとも $D-CL \geq 0.1\lambda$ (D は D_1 および D_2 を指す)程度の寸法的な余裕が必要となる。

【0051】このように、実施の形態1に係る平面アンテナによれば、コルゲート構造部14における溝20の深さCLを $0.05\lambda \leq CL$ とすることにより、E面のサイドロブレベルを低く抑えることができるため、平面アンテナ10の指向性の劣化を防止することができる。換言すれば、コルゲート構造部14における溝20の深さCLが $0.05\lambda \leq CL$ となるように平面アンテナ10を作製することにより、指向性を劣化させることなく平面アンテナ10の開口部13cからアンテナ端の長さ D_1 、 D_2 を短くして小型化した平面アンテナ10を容易に製造することができる。

【0052】また、コルゲート構造部14における溝20の深さCLを $0.05\lambda \leq CL \leq 0.15\lambda$ とすることにより、H面の指向性に影響を与えることなく、E面の指向性のみを連続的に変化させることができる。したがって、所望の指向性を有する平面アンテナを容易に製造することができる。加えて、コルゲート構造部14における溝20の深さCLを $0.05\lambda \leq CL \leq 0.15\lambda$ とすることにより、E面のサイドロブレベルを低く抑えることができるため、平面アンテナ10の指向性の劣化を防止することができる。

【0053】なお、上述した実施の形態1に係る平面アンテナ10において、コルゲート構造部14における溝20の深さCLは、アンテナ両側端で同一でなくても良い。すなわち、コルゲート構造部14の形状は、非対称的な関係であっても良い。こうすることにより、様々な特性を有する平面アンテナ10を得ることができる。

【0054】〔実施の形態2〕本発明の実施の形態2においては、実施の形態1で説明したコルゲート構造部を有する平面アンテナ10を適用したアンテナアレイについて説明する。

【0055】図17は、実施の形態2に係るアンテナアレイの上面図である。図17に示すアンテナアレイ80は、同一基板上に実施の形態1で説明したコルゲート構造部を有する平面アンテナ10が複数形成されたものである。すなわち、誘電体からなる基板81と、基板81上に形成され、電磁波を放射または入射する複数のテーパー状スロット部82を有する導体部82とによって、複数の平面アンテナ10が形成されたものである。また、導体部82における各平面アンテナ10の間には、コルゲート構造部84が設けられたスリット83が形成されている。

【0056】図17に示すアンテナアレイ80は、厚さ $50\mu\text{m}$ のカプトンからなる基板81と、基板81上に積層された厚さ $5\mu\text{m}$ の銅からなる導体部82とを用い

て形成されている。各平面アンテナ 10 の設計周波数を 60GHz とし、アンテナ長は 20mm ($4\lambda_0$)、開口部 85 の幅は 5mm (λ_0)、隣接する平面アンテナの開口部 85 の端部間の長さ D_3 は 5mm (λ_0) である。さらに、各平面アンテナ 10 間に設けられたスリット 83 は、幅が $200\mu\text{m}$ ($0.04\lambda_0$)、長さが 20mm ($4\lambda_0$) であって、スリット 83 の両側に設けられたコルゲート構造部 84 は、幅 CW が 0.2mm ($0.04\lambda_0$) で深さ CL が 0.4mm ($0.08\lambda_0$) の溝を 0.4mm ($0.08\lambda_0$) 周期で配列することによって構成されている。

【0057】なお、図 17 中のアンテナアレイ 80 が備える平面アンテナ 10 は 4 つであるが、平面アンテナの数を 3 つに限定するものではない。また、上記アンテナアレイの寸法は一例を示すものであって、実施の形態 1 で説明したコルゲート構造部の寸法の条件に従ってアンテナアレイ 80 の寸法を変化させることが可能である。

【0058】このように、実施の形態 2 に係るアンテナアレイ 80 によれば、実施の形態 1 に係る平面アンテナ 10 を用いたことにより、隣接する平面アンテナ 10 の開口部 85 の端部間の長さ D_3 を短くした場合であっても、各平面アンテナ 10 の指向性が劣化することを防止することができる。すなわち、コルゲート構造部 84 の溝の深さ CL が $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ となるようにアンテナアレイ 80 を形成することにより、隣接する平面アンテナ 10 の開口部 85 の端部間の長さ D_3 を短くした場合であっても、各平面アンテナ 10 の指向性が劣化しないようにすることができ、アンテナアレイの小型化を容易に達成することができる。

【0059】また、コルゲート構造部 84 における溝の深さ CL を $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ の範囲で変化させることにより、各平面アンテナ 10 について、H 面の指向性に影響を与えることなく、E 面の指向性をのみを制御することができる。したがって、所望の指向性を有するアンテナアレイを容易に製造することができる。

【0060】なお、本発明に係る平面アンテナおよびアンテナアレイは、実施の形態 1 および 2 で説明した構成に限定されるものではなく、アンテナ形状や材質、動作周波数等、用途によって適宜変更可能なものである。また、実施の形態 1 および 2 においては、矩形の溝でコルゲート構造部を構成することになっているが、指向性の劣化を防止する機能を有する形状であれば、矩形以外の形状の溝でコルゲート構造部を構成しても良いことは明らかである。

【0061】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る平面アンテナ（請求項 1）によれば、コルゲート構造の溝の深さを CL 、自由空間での波長を λ_0 とした場合に、溝の深さ CL および波長 λ_0 が、 $0.05\lambda_0 \leq CL$ の関

係になるようにコルゲート構造を構成したことにより、平面アンテナの開口部からアンテナ端の長さを短くしても平面アンテナの指向性の劣化を防止することができるため、小型の平面アンテナを容易に製造することができる。

【0062】また、本発明に係る平面アンテナ（請求項 2）によれば、コルゲート構造の溝の深さを CL 、自由空間での波長を λ_0 とした場合に、溝の深さ CL および波長 λ_0 が、 $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ の関係になるようにコルゲート構造を構成したことにより、H 面の指向性に影響を与えることなく、E 面の指向性のみを連続的に変化させることができるため、所望の指向性を有する平面アンテナを容易に製造することができ、また、平面アンテナの開口部からアンテナ端の長さを短くしても平面アンテナの指向性の劣化を防止することができるため、小型の平面アンテナを容易に製造することができる。

【0063】また、本発明に係る平面アンテナ（請求項 3）によれば、請求項 1 または 2 に記載の平面アンテナにおいて、さらに、平面アンテナの開口端からコルゲート構造を設けた側のアンテナ端までの長さを D とした場合に、溝の深さ CL 、波長 λ_0 および長さ D が、 $D - CL \geq 0.1\lambda_0$ の関係になるようにコルゲート構造を構成したため、コルゲート構造を設けたことを原因としてアンテナ本来の機能を妨げることを防止することができる。

【0064】さらに、本発明に係るアンテナアレイ（請求項 4）によれば、請求項 1～3 のいずれか一つに記載の平面アンテナを同一平面上に複数配列して構成したことにより、小型のアンテナアレイを容易に製造することができると共に、各平面アンテナについて、H 面の指向性に影響を与えることなく、E 面の指向性をのみを変化させたアンテナアレイを容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナの上面図である。

【図 2】図 1 中の領域 A の拡大図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのコルゲート構造の構成を特定するために行った CL 実験 1 におけるアンテナ指向性についての測定結果の例を示すグラフである ($CL = 0\lambda_0$)。

【図 4】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのコルゲート構造の構成を特定するために行った CL 実験 1 におけるアンテナ指向性についての測定結果の例を示すグラフである ($CL = 0.02\lambda_0$)。

【図 5】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのコルゲート構造の構成を特定するために行った CL 実験 1 におけるアンテナ指向性についての測定結果の例を示すグラフである ($CL = 0.08\lambda_0$)。

【図 6】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのコ

ルゲート構造の構成を特定するために行った C L 実験 1 におけるアンテナ指向性についての測定結果の例を示すグラフである ($C L = 0.2 \lambda_0$)。

【図 7】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C L 実験 1 において、溝の深さ C L を自由空間での波長 λ_0 の 0 ~ 0.4 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフである。

【図 8】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C L 実験 2 において、溝の深さ C L を自由空間での波長 λ_0 の 0 ~ 0.4 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフである。

【図 9】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C L 実験 3 において、溝の深さ C L を自由空間での波長 λ_0 の 0 ~ 0.25 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフである。

【図 10】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C L 実験 4 において、溝の深さ C L を自由空間での波長 λ_0 の 0 ~ 0.4 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフである。

【図 11】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C L 実験 1 ~ 4 で用いた各平面アンテナの指向性のサイドロベレベルを示すグラフである。

【図 12】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C W 実験 1 において、溝の深さ C W を自由空間での波長 λ_0 の 0.04 ~ 0.2 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフである。

【図 13】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C W 実験 2 において、溝の深さ C W を自由空間での波長 λ_0 の 0.04 ~ 0.2 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフで *

* ある。

【図 14】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C W 実験 3 において、溝の深さ C W を自由空間での波長 λ_0 の 0.04 ~ 0.2 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフである。

【図 15】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C W 実験 4 において、溝の深さ C W を自由空間での波長 λ_0 の 0.04 ~ 0.2 倍に変化させた場合の E 面および H 面における 10 d B ビーム幅の変化の様子を示すグラフである。

【図 16】本発明の実施の形態 1 に係る平面アンテナのゴルゲート構造の構成を特定するために行った C W 実験 1 ~ 4 で用いた各平面アンテナの指向性のサイドロベレベルを示すグラフである。

【図 17】本発明の実施の形態 2 に係るアンテナアレイの上面図である。

【図 18】従来の平面アンテナの一例を示す上面図である。

【図 19】従来の平面アンテナ (L T S A) の上面図である。

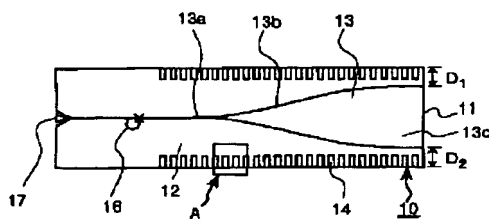
【図 20】従来の平面アンテナ (v i v a l d i) の上面図である。

【図 21】従来の平面アンテナ (C W S A) の上面図である。

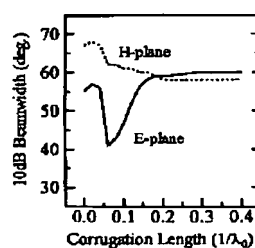
【符号の説明】

10, 90	平面アンテナ
11, 81	基板
12, 82	導体部
13	テーパ状スロット部
13c	開口部
14, 84	ゴルゲート構造部
20	溝
80	アンテナアレイ
83	スリット

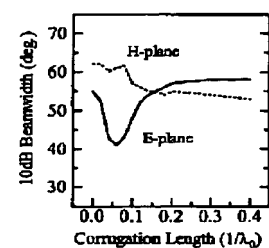
【図 1】



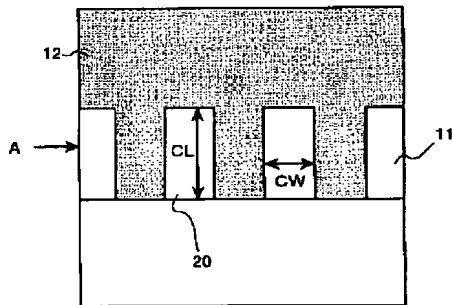
【図 7】



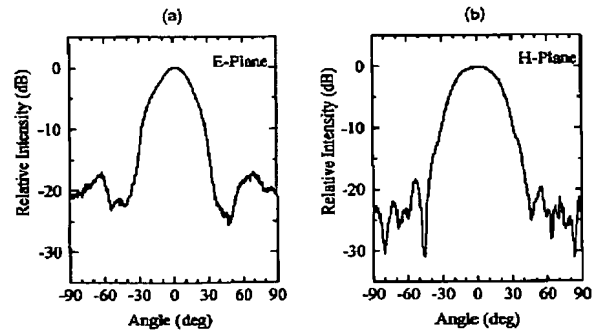
【図 8】



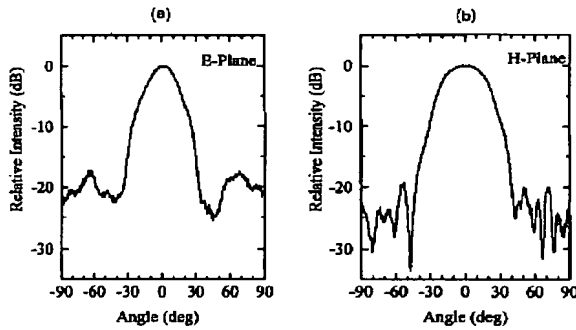
【図2】



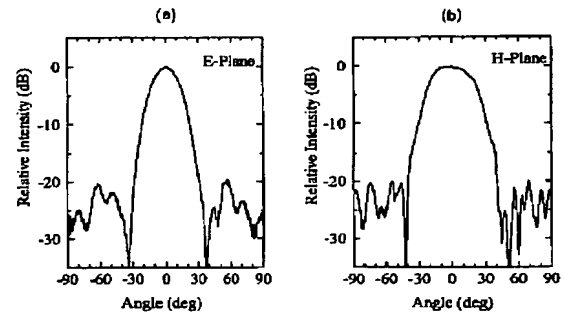
【図3】



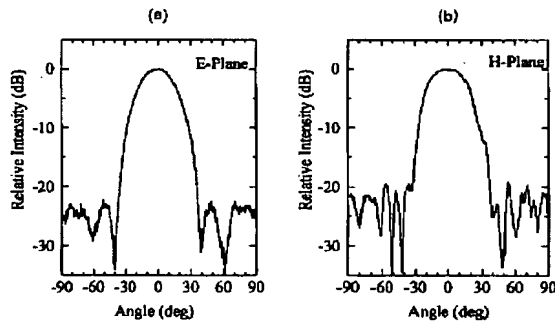
【図4】



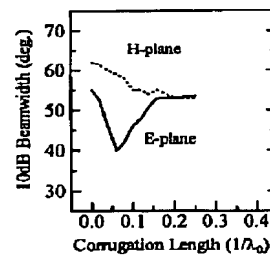
【図5】



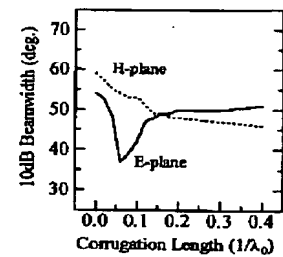
【図6】



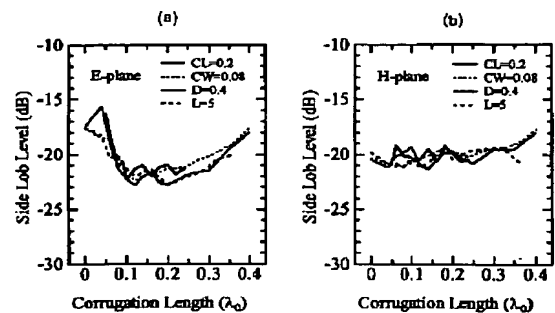
【図9】



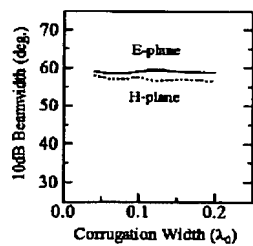
【図10】



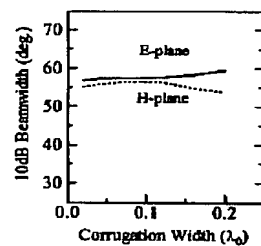
【図11】



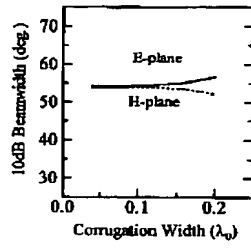
【図12】



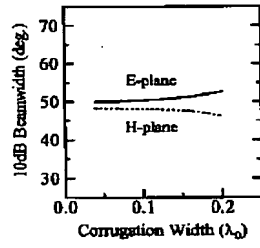
【図13】



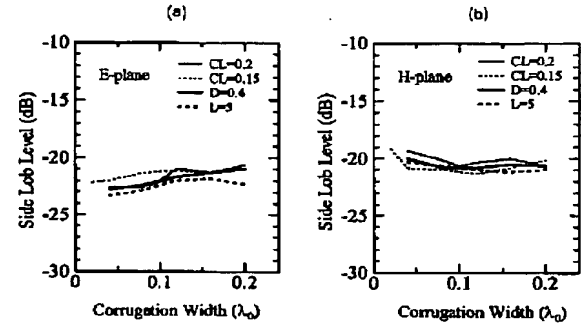
【図14】



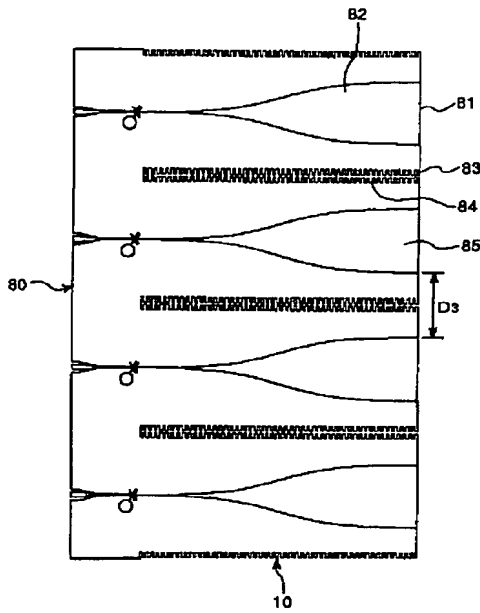
【図15】



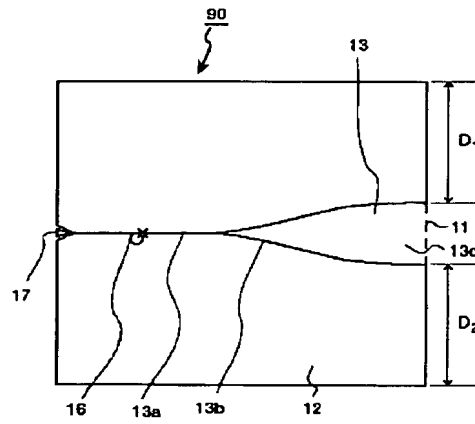
【図16】



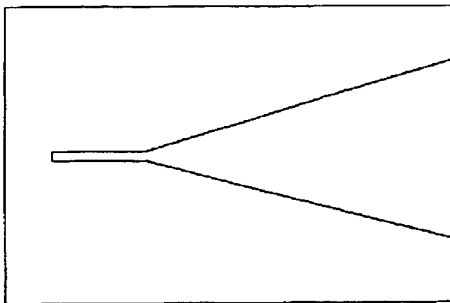
【図17】



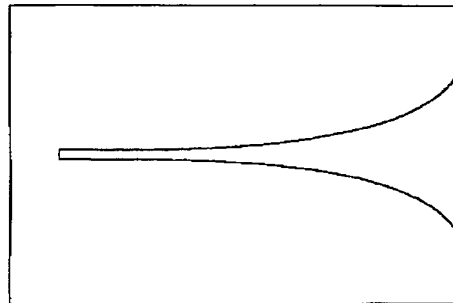
【図18】



【図19】



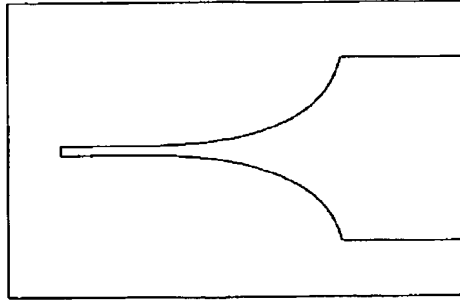
【図20】



(11)

特開平 1 1 - 3 3 0 8 4 6

【図 2 1】



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the flat antenna and antenna array to which it enabled it to change independently and continuously the directivity of the E plane and H plane of a flat antenna while enabling it to attain easily improvement and a miniaturization of the directivity [detail] of a flat antenna more about a flat antenna and an antenna array applicable to the radio equipment which contains mobile communication equipment, a small information terminal, and other flat antennas.

[0002]

[Description of the Prior Art] The tapered slot antenna which is one of a flat antenna is equipped with the structure where the slot width of a slot line has an inclination and becomes large (to the shape of a taper), and emits an electromagnetic wave in the parallel direction (travelling direction of a slot line) to an antenna side. Below, the thing of a tapered slot antenna will only be described to be a flat antenna.

[0003] Drawing 18 is the plan showing an example of the conventional flat antenna. the conductor which the flat antenna 90 shown in drawing 18 is formed on the substrate 11 which consists of a dielectric, and a substrate 11, and has radiation or the taper-like slot section 13 which carries out incidence for an electromagnetic wave -- it is constituted using the section 12. The taper-like slot section 13 consists of input section 13a, curvilinear section 13b, and opening 13c. For the antenna length of this flat antenna 10, the width of face of four waves and opening 13c is the die length D1 between the edge (antenna opening edge) of one wave and opening 13c, and an antenna edge, and D2. They are two waves, respectively. In addition, in drawing 18 , 16 shows the balun which carries out mode transformation to the feeder 17 of a KOPURENA track.

[0004] since the structure of this flat antenna 90 is the same as that of a slot line -- a microstrip line -- like -- a rear face -- touch-down -- a conductor is not needed but it has the description of the ability to make it unite with the feeder of uni-planar structure, or a matching circuit easily.

[0005] However, a flat antenna 90 has the following limits about the magnitude of an antenna, especially the width of face of an antenna. Generally, the width of face of opening 13c of a flat antenna 90 is the die length D1 from the edge of opening 13c to an antenna edge, and D2, although it is about one wave. It is said, respectively that about two waves are need. They are the die length D1 from the edge of opening 13c to an antenna edge, and D2. When it is made shorter than two waves, it is said that the directivity of a flat antenna 90 deteriorates.

[0006] For example, if die length from the edge of opening 13c to an antenna edge is shortened as mentioned above, the example that the directivity of a flat antenna 90 deteriorates is indicated by Ramakrishna Janaswamy and Daniel H.Schaubert, "Analysis of the Tapered Slot Antenna IEEE" Trans on Antennas and Propagation, Vol.AP-35, No.9, and 1987 p.1058-1065. Moreover, if there is three or more waves of die length from the core of an antenna to an antenna edge where the die length from the edge of opening 13c to an antenna edge is kept constant according to this paper, the effect of an antenna edge can be disregarded and the purport which can keep the directivity of an antenna good is indicated.

[0007] Thus, although the width of face of opening 13c is about one wave in the conventional flat antenna, they are the die length D1 from the edge of opening 13c to an antenna edge, and D2. Since

about two waves were need, the width of face of the whole flat antenna had become about five waves and a big thing, respectively. When putting in another way and it took maintaining directivity into consideration, it was difficult to attain the miniaturization of a flat antenna.

[0008] therefore, a conductor -- the flat antenna which prepared corrugated structure in the both-sides edge parallel to the radiation direction of the electromagnetic wave of the section 12 is proposed (Satoru Sugawara, Yutaka Maita, Kazuhiko Adachi, Koji Mori, and Koji Mizuno, "A MM-WAVE TAPERED SLOT ANTENNA WITH IMPROVED RADIATION PATTERN" IEEE 1997 MTT-S IMS Digest pp.959). thus, a conductor -- preparing corrugated structure in the section 12 -- the die length D1 from the edge of opening 13c of a flat antenna to an antenna edge, and D2 Even if it is the case where it shortens, the antenna with which directivity does not deteriorate becomes realizable.

[0009] Above, although the relation between the size of a flat antenna and directivity was explained, below, the conventional approach for controlling the directivity of a flat antenna is explained. Following three are known as an approach for changing the directivity of a flat antenna (it controlling).

[0010] The 1st approach changes directivity by changing the configuration of the taper-like slot section of a flat antenna. LTSA shown in drawing 19 known as a standard flat antenna (Linearly Tapered Slot Antenna) vivaldi (exponentially tapered slot antenna) shown in drawing 20 when it compares is CWSA (Constant Width Slot Antenna) which it is known that there is an inclination with larger directivity, and is shown in drawing 21 . It is known that there is an inclination with narrower directivity.

[0011] Moreover, the 2nd approach changes directivity by changing the antenna length of a flat antenna. Changing directivity originates in a flat antenna being an antenna of a progressive wave mold by changing the antenna length of a flat antenna.

[0012] Furthermore, the 3rd approach changes directivity by shortening substrate width of face of a flat antenna. That is, this 3rd approach will use the inclination for the directivity of the Eth page to become narrow, if substrate width of face of a flat antenna is shortened. In addition, about the substrate width of face of a flat antenna, and the relation with directivity of the Eth page, it is pointed out by Janaswamy and Schaubert in the above-mentioned paper.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it sets to the flat antenna which has the above-mentioned corrugated structure. Even if it is the case where die length from the edge of opening of a flat antenna to an antenna edge is shortened, respectively Since it is not yet shown clearly whether directive degradation can be prevented effectively if what kind of corrugated structure is formed although it is said that the antenna with which directivity does not deteriorate can be realized, The flat antenna which has corrugated structure could not be manufactured easily, but attaining the miniaturization of a flat antenna had the trouble of being difficult. Therefore, it was difficult to establish corrugated structure and to attain a miniaturization also about the antenna array which arranged and constituted two or more flat antennas.

[0014] Moreover, if it was in the 1st approach for changing the directivity of a flat antenna, since it was very difficult to change continuously the directivity of what can change directivity roughly, obtaining the flat antenna which has desired directivity had the trouble of being difficult.

[0015] Moreover, if it was in the 2nd approach for changing the directivity of a flat antenna, it was possible to have changed directivity continuously, but since the directivity of the Eth page and an H plane changed to coincidence, there was a trouble that the directivity of either the Eth page and an H plane was uncontrollable independently. In addition, in order to narrow directivity and to have to lengthen the antenna length of a flat antenna, there was a trouble that it became difficult to attain the miniaturization of a flat antenna.

[0016] Furthermore, if it was in the 3rd approach for changing the directivity of a flat antenna, since the side lobe level of the Eth page and an H plane became high in connection with it of what can narrow directivity of only the Eth page by narrowing substrate width of face, actually using this approach had the trouble of being difficult.

[0017] When this invention is made in view of the above and the corrugated structure which can prevent directive degradation effectively shows clearly what kind of thing it is, the miniaturization of

a flat antenna and an antenna array is attained easily, and let it be the 1st purpose to enable it to manufacture easily a small flat antenna and a small antenna array.

[0018] Moreover, let it be the 2nd purpose to enable it to manufacture easily the flat antenna and antenna array which have desired directivity, as the directivity of the E plane and H plane of a flat antenna can be changed independently and continuously, without making this invention in view of the above, and changing the configuration of the tapered slot section of a flat antenna, and own magnitude of a flat antenna.

[0019]

[Means for Solving the Problem] if it is in the flat antenna of claim 1 in order to attain the above-mentioned purpose -- the conductor of a both-sides edge parallel to the radiation direction of an electromagnetic wave -- the flat antenna which prepared corrugated structure in the part -- setting -- the depth of flute of said corrugated structure -- the wavelength in CL and free space -- λ_0 -- the case where it carries out -- said depth-of-flute CL and wavelength λ_0 Said corrugated structure is constituted so that it may become the relation of $0.05\lambda_0 \leq CL$.

[0020] moreover -- if it is in the flat antenna of claim 2 -- the conductor of a both-sides edge parallel to the radiation direction of an electromagnetic wave -- the flat antenna which prepared corrugated structure in the part -- setting -- the depth of flute of said corrugated structure -- the wavelength in CL and free space -- λ_0 -- the case where it carries out -- said depth-of-flute CL and wavelength λ_0 $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ Said corrugated structure is constituted so that it may become relation.

[0021] Moreover, if it was in the flat antenna of claim 3, when the die length to the antenna edge of the side which established said corrugated structure from the opening edge of said flat antenna is further set to D in a flat antenna according to claim 1 or 2, they are said depth-of-flute CL and wavelength λ_0 . It reaches and die-length D is $D-CL \geq 0.1\lambda_0$. Said corrugated structure is constituted so that it may become relation.

[0022] Furthermore, if it is in the antenna array of claim 4, on the same flat surface, two or more flat antennas of any one publication of said claim 1-3 are arranged, and are constituted.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the flat antenna concerning this invention and an antenna array is explained to a detail, referring to a drawing.

[0024] [Gestalt 1 of operation] A flat antenna is explained in the gestalt 1 of operation. Drawing 1 is the plan of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation. the conductor which the flat antenna 10 shown in drawing 1 is formed on the substrate 11 which consists of a dielectric, and a substrate 11, and has radiation or the taper-like slot section 13 which carries out incidence for an electromagnetic wave -- it is constituted using the section 12. The taper-like slot section 13 consists of input section 13a, curvilinear section 13b, and opening 13c. moreover, a conductor -- a both-sides edge parallel to the radiation direction of the electromagnetic wave of the section 12 -- a conductor -- the corrugated structured division 14 which consists of two or more slots which removed the section 12 in the shape of a rectangle periodically, and were formed is formed. In addition, in drawing 1, 16 shows the balun which carries out mode transformation to the feeder 17 of a KOPURENA track.

[0025] Drawing 2 is the enlarged drawing of the field A in drawing 1, and is for explaining the corrugated structured division 14. drawing 2 -- setting -- 20 -- the conductor on a substrate 11 -- the slot which constitutes the corrugated structured division 14 formed by removing the section 12 in the shape of a rectangle periodically -- being shown -- CL (Corrugation Length) -- the depth of a slot 20 -- CW (Corrugation Width) The width of face of a slot 20 is shown, respectively.

[0026] Below, the corrugated structured division 14 is explained to a detail about how it constitutes. In order that the artificer of this invention might check whether it is effective in order that constituting the corrugated structured division 14 how may aim at directive improvement in a flat antenna 10, he produced two or more flat antennas 10 from which depth CL of the slot 20 which constitutes the corrugated structured division 14, and the dimension of width of face CW differ, respectively, and conducted the experiment which investigates each property. By explaining to a detail the experiment which the artificer of this invention conducted in order of the experimental result at the time of changing the experimental result at the time of changing depth CL of the (1) slot 20 to below and the width of face CW of the (2) slot 20 and (3) conclusions explains the

configuration of the corrugated structured division 14.

[0027] (1) The flat antenna used for the experimental result ** CL-one experiment experiment at the time of changing depth CL of a slot 20 is the same configuration as what was shown in drawing 1 and drawing 2, and is formed by the pattern (conductor section 12) of copper with a thickness of 5 micrometers by which the laminating was carried out on the substrate 11 which consists of polyimide (Kapton) with a thickness of 50 micrometers, and the substrate 11. About a dimension, it is the wavelength of 5mm in free space with a design frequency of 60GHz λ_0 It carries out. They are $5\lambda_0$ and width of face about the die length of the whole flat antenna $2\lambda_0$ It carries out and is the die length D1 from λ_0 and an opening edge to a substrate edge about the width of face of $4\lambda_0$ and opening 13c in the die length of the taper-like slot section 13. And D2 It is $0.5\lambda_0$, respectively. It carried out (in this case, λ_0 corresponds to 5mm). In addition, in the following explanation, the dimension which is not specified especially about the dimension of a flat antenna is the same as the above-mentioned dimension.

[0028] Here, it is the width of face CW of the slot 20 in the corrugated structured division 14 $0.04\lambda_0$ It carries out. It is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0 to 0.4 times as many range as this is measured, respectively. It is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. Change of 10dB beam width in the E plane and H plane at the time of making it change to zero to 0.4 (0 to 0.25 times as many part as this) time was considered. In addition, CL is the wavelength λ_0 in free space. A 0 time as many flat antenna as this means a flat antenna without the corrugated structured division 14.

[0029] Drawing 3 - drawing 6 are graphs which show the example of the measurement result about antenna directivity. Here, drawing 3 is CL= $0\lambda_0$. Drawing 4 is a case CL= $0.02\lambda_0$ Drawing 5 is a case CL= $0.08\lambda_0$ Drawing 6 is a case CL= $0.2\lambda_0$ A case is shown, respectively, in each drawing, (a) shows the measurement result about the E plane, and (b) shows the measurement result about an H plane, respectively.

[0030] Drawing 7 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the E plane and H plane which were obtained from the directive measurement result. this drawing 7 -- $0.15\lambda_0 \leq CL$ -- 10dB beam width -- the value of about 1 law -- becoming -- on the other hand -- $CL \leq 0.15\lambda_0$ **** -- when 10dB beam width of the E plane is changing a lot and changes the dimension of CL shows that it is possible to control the directivity of the E plane.

[0031] ** the CL experiment 2 -- the width of face CW of the slot [in / here / the corrugated structured division 14] 20 -- $0.08\lambda_0$ It carries out. ** -- It is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0 to 0.4 times as many range as this is measured, respectively. It is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. Change of 10dB beam width in the E plane and H plane at the time of making it change 0 to 0.4 times was considered.

[0032] Drawing 8 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the E plane and H plane of the CL experiment 2. Also in this drawing 8, by 10dB beam width's serving as an almost fixed value, and 10dB beam width of the E plane changing a lot by $CL \leq 0.15\lambda_0$ on the other hand, and changing the dimension of CL shows that it is possible to control the directivity of the E plane by $0.15\lambda_0 \leq CL$ like the case of drawing 7.

[0033] ** the CL experiment 3 -- here -- die length D1 from the opening edge of a flat antenna to a substrate edge And D2 respectively -- $0.4\lambda_0$ -- Width of face CW of the slot 20 in the corrugated structured division 14 is set to $0.04\lambda_0$. It is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0 to 0.25 times as many range as this is measured, respectively. It is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. Change of 10dB beam width in the E plane and H plane at the time of making it change 0 to 0.25 times was considered.

[0034] Drawing 9 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the E plane and H plane of the CL experiment 3. this drawing 9 -- also setting -- the case of drawing 7 and drawing 8 -- the same -- $0.15\lambda_0 \leq CL$ -- 10dB beam width -- the value of about 1 law -- becoming -- on the other hand -- $CL \leq 0.15\lambda_0$ **** -- when 10dB beam width of the E plane is changing a lot and changes CL shows that it is possible to control the directivity of the E plane.

Moreover, die length D1 from the opening edge of a flat antenna to a substrate edge And D2 Even if it changes a dimension, it turns out that there is almost no effect to change of 10dB beam width in the Eth page and an H plane.

[0035] ** the CL experiment 4 -- here -- the die length of the taper-like slot section 13 of a flat antenna -- $5\lambda_0$ -- It is the width of face CW of the slot 20 of the corrugated structured division 14 $0.04\lambda_0$ It carries out and is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0 to 0.4 times as many range as this is measured, respectively. It is the wavelength λ_0 in free space about depth CL of a slot 20. Change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0 to 0.4 times was considered.

[0036] Drawing 10 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane of the CL experiment 4. this drawing 10 -- also setting -- the case of drawing 7 - drawing 9 -- the same -- $0.15\lambda_0 \leq CL$ -- 10dB beam width -- the value of about 1 law -- becoming -- on the other hand -- $CL \leq 0.15\lambda_0$ **** -- when 10dB beam width of the Eth page is changing a lot and changes CL shows that it is possible to control the directivity of the Eth page. Moreover, even if it changes the dimension of the die length of the taper-like slot section 13 of a flat antenna, it turns out that there is almost no effect to change of 10dB beam width in the Eth page and an H plane.

[0037] ** In the conclusion CL experiments 1-4 of the CL experiments 1-4, under various conditions, as a result of changing the dimension of depth CL of a slot 20 and considering change of 10dB beam width in the Eth page and an H plane, in the case of which, the almost same change was shown, and it turned out that it depends for change of 10dB beam width in the Eth page and an H plane on the dimension of depth CL of a slot 20.

[0038] Moreover, drawing 11 is the graph which showed collectively the directive side lob level of the flat antenna used for the above-mentioned experiment, and drawing 11 (a) shows side lob level [in / for the side lob level in the Eth page / in drawing 11 (b) / an H plane], respectively. this drawing 11 -- $CL \leq 0.05\lambda_0$ a case -- the Eth page -- it turns out that side lob level becomes very high.

[0039] Therefore, the field ** $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ E page side lob level to which ** $CL \leq 0.05\lambda_0$ E page side lob level becomes very high is lower than the above experimental result, and, as for CL, the field in which the side lob level of a controllable field ** $0.15\lambda_0 \leq CL$ side is low, and the directivity which is the Eth page is almost fixed shows the directivity which is the Eth page.

[0040] (2) the experimental result ** CW experiment 1 at the time of changing the width of face CW of a slot 20 -- here, It is depth CL of the slot 20 of the corrugated structured division 14 $CL = 0.2\lambda_0$ It carries out. It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0.04 to 0.2 times as many range as this is measured. It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. Change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times was considered.

[0041] Drawing 12 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane of the CW experiment 1. This drawing 12 shows that most dependencies of 10dB beam width in the Eth page and H plane to the width of face CW of a slot 20 are not accepted.

[0042] ** the CW experiment 2 -- here -- depth CL of the slot 20 of the corrugated structured division 14 -- $CL = 0.15\lambda_0$ It carries out. ** -- It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0.04 to 0.2 times as many range as this is measured. It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. Change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times was considered.

[0043] Drawing 13 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane of the CW experiment 2. Also in this drawing 13, it turns out like drawing 12 that most dependencies of 10dB beam width in the Eth page and H plane to the width of face CW of a slot 20 are not accepted.

[0044] ** the CW experiment 3 -- here -- die length D1 from the opening edge of a flat antenna to a

substrate edge And D2 respectively -- $0.4\lambda_0$ -- Depth CL of the slot 20 of the corrugated structured division 14 is set to $CL=0.2\lambda_0$. It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0.04 to 0.2 times as many range as this is measured. It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. Change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times was considered.

[0045] Drawing 14 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane of the CW experiment 3. Also in this drawing 14, it turns out like drawing 12 and drawing 13 that most dependencies of 10dB beam width in the Eth page and H plane to the width of face CW of a slot 20 are not accepted.

[0046] ** the CW experiment 4 -- here -- the die length of the taper-like slot section 13 of a flat antenna -- $5\lambda_0$ -- It is depth CL of the slot 20 of the corrugated structured division 14 $CL=0.2\lambda_0$ It carries out. It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. The directivity of each flat antenna produced so that it might differ in the 0.04 to 0.2 times as many range as this is measured. It is the wavelength λ_0 in free space about the width of face CW of a slot 20. Change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times was considered.

[0047] Drawing 15 is a graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane of the CW experiment 4. Also in this drawing 15, it turns out like drawing 12 - drawing 15 that most dependencies of 10dB beam width in the Eth page and H plane to the width of face CW of a slot 20 are not accepted.

[0048] ** Conclusion drawing 16 of the CW experiments 1-4 is the graph which showed collectively the directive side lob level of the flat antenna used in the CW experiments 1-4, and drawing 16 (a) shows side lob level [in / for the side lob level in the Eth page / in drawing 16 (b) / an H plane], respectively. It turned out that the clear inclination for the side lob level shown in 10dB beam width and drawing 16 which were shown in drawing 12 - drawing 15 to change depending on the width of face CW of a slot 20 is not accepted.

[0049] (3) From the experimental result more than a conclusion, by setting depth CL of a slot 20 to $(1)0.05\lambda_0 \leq CL$ (preferably $0.15\lambda_0 \leq CL$) the side lob level of the Eth page -- low -- it can stop -- $(2)0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ [moreover,] ** -- the conclusion that it was possible to control the directivity of the Eth page by CL was able to be obtained, pressing down the side lob level of the Eth page low by carrying out. It can be understood well that this conclusion of (2) compares drawing 5 (a) and drawing 6 (a). For drawing 5 (a), $CL=0.08\lambda_0$ and drawing 6 (a) are $CL=0.2\lambda_0$ here. The directivity in the Eth page of the flat antenna of a case is shown, respectively, and the case of drawing 5 (a) corresponds to the flat antenna which fills the conclusion of the above (2). If both drawings are compared, the directivity of the Eth page of the flat antenna set to $CL=0.08\lambda_0$ (drawing 5 (a)) is narrow compared with the thing of $CL=0.2\lambda_0$ (drawing 6 (a)), and a controllable thing can understand the directivity of the Eth page clearly by CL. Moreover, only depending on CL, the conclusion of not being influenced was also able to obtain the directivity of a flat antenna in the dimension of other parts of a flat antenna.

[0050] However, considering the function of flat antenna original, the dimension of depth CL of a slot 20 is the die length D1 from an opening edge to a substrate edge with a natural thing. And D2 It cannot lengthen. Therefore, in order to make it a slot 20 not bar the function of antenna original, it is $D-CL \geq 0.1\lambda_0$ at least. The dimensional allowances of extent (D points out D1 and D2) are needed.

[0051] Thus, since the side lob level of the Eth page can be low stopped by setting depth CL of the slot 20 in the corrugated structured division 14 to $0.05\lambda_0 \leq CL$ according to the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation, directive degradation of a flat antenna 10 can be prevented. without it degrades directivity by producing a flat antenna 10 so that depth CL of the slot 20 in the corrugated structured division 14 may turn into $0.05\lambda_0 \leq CL$, if it puts in another way -- the die length D1 of opening 13c of a flat antenna 10 to an antenna edge, and D2 It can shorten and the miniaturized flat antenna 10 can be manufactured easily.

[0052] Moreover, it is depth CL of the slot 20 in the corrugated structured division 14 $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ Only the directivity of the Eth page can be changed continuously, without

affecting the directivity of an H plane by carrying out. Therefore, the flat antenna which has desired directivity can be manufactured easily. in addition, depth CL of the slot 20 in the corrugated structured division 14 -- $0.05\lambda \leq CL \leq 0.15\lambda$ -- since the side lob level of the Eth page can be low stopped by carrying out, directive degradation of a flat antenna 10 can be prevented.

[0053] In addition, in the flat antenna 10 concerning the gestalt 1 of operation mentioned above, depth CL of the slot 20 in the corrugated structured division 14 may not be the same at an antenna both-sides edge. That is, the configuration of the corrugated structured division 14 may be non-object-relation. By carrying out like this, the flat antenna 10 which has various properties can be obtained.

[0054] [Gestalt 2 of operation] In the gestalt 2 of operation of this invention, the antenna array which applied the flat antenna 10 which has the corrugated structured division explained with the gestalt 1 of operation is explained.

[0055] Drawing 17 is the plan of the antenna array concerning the gestalt 2 of operation. Two or more formation of the flat antenna 10 which has the corrugated structured division which explained the antenna array 80 shown in drawing 17 with the gestalt 1 of operation on the same substrate is carried out. namely, the substrate 81 which consists of a dielectric and the conductor which is formed on a substrate 81 and has radiation or two or more taper-like slot sections 82 which carry out incidence for an electromagnetic wave -- two or more flat antennas 10 are formed of the section 82. moreover, a conductor -- between each flat antenna 10 in the section 82, the slit 83 in which the corrugated structured division 84 was formed is formed.

[0056] the substrate 81 with which the antenna array 80 shown in drawing 17 consists of Kapton with a thickness of 50 micrometers, and the conductor which consists of copper with a thickness of 5 micrometers by which the laminating was carried out on the substrate 81 -- it is formed using the section 82. Antenna length is the die length D3 between the edges of the opening 85 of the flat antenna which the design frequency of each flat antenna 10 is set to 60GHz, and the width of face of 20mm (4λ) and opening 85 adjoins 5mm (λ). It is 5mm (λ). Furthermore, the slit 83 prepared between each flat antenna 10 The corrugated structured division 84 which width of face is 200 micrometers (0.04λ), and die length is 20mm (4λ), and was prepared in the both sides of a slit 83 Width of face CW is constituted when depth CL arranges a 0.4mm (0.08λ) slot in a cycle of 0.4mm (0.08λ) by 0.2mm (0.04λ).

[0057] In addition, although the number of the flat antennas 10 with which the antenna array 80 in drawing 17 is equipped is four, the number of flat antennas is not limited to three. Moreover, an example is shown and the dimension of the above-mentioned antenna array can change the dimension of an antenna array 80 according to the conditions of the dimension of the corrugated structured division explained with the gestalt 1 of operation.

[0058] Thus, die length D3 between the edges of the opening 85 of the flat antenna 10 which adjoins by having used the flat antenna 10 concerning the gestalt 1 of operation according to the antenna array 80 concerning the gestalt 2 of operation Even if it is the case where it shortens, it can prevent that the directivity of each flat antenna 10 deteriorates. Namely, die length D3 between the edges of the opening 85 of the flat antenna 10 which adjoins by forming an antenna array 80 so that depth-of-flute CL of the corrugated structured division 84 may turn into $0.05\lambda \leq CL$ Even if it is the case where it shortens, the directivity of each flat antenna 10 can be prevented from deteriorating, and the miniaturization of an antenna array can be attained easily.

[0059] Moreover, it is depth-of-flute CL in the corrugated structured division 84 $0.05\lambda \leq CL \leq 0.15\lambda$ Only the directivity of the Eth page can be controlled without affecting the directivity of an H plane about each flat antenna 10 by making it change in the range. Therefore, the antenna array which has desired directivity can be manufactured easily.

[0060] In addition, the flat antenna and antenna array concerning this invention are not limited to the configuration explained with the gestalten 1 and 2 of operation, and can change suitably an antenna configuration, the quality of the material, clock frequency, etc. by the application. Moreover, in the gestalten 1 and 2 of operation, although the corrugated structured division is constituted from a slot on rectangular, if it is the configuration which has the function to prevent directive degradation, it is clear that the corrugated structured division may be constituted from a slot of configurations other

than a rectangle.

[0061]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the flat antenna (claim 1) concerning this invention It is the wavelength in CL and free space about the depth of flute of corrugated structure λ_0 When it carries out, they are depth-of-flute CL and wavelength λ_0 . By having constituted corrugated structure so that it might become the relation of $0.05\lambda_0 \leq CL$ Since directive degradation of a flat antenna can be prevented even if it shortens the die length of an antenna edge from opening of a flat antenna, a small flat antenna can be manufactured easily.

[0062] According to the flat antenna (claim 2) concerning this invention, the depth of flute of corrugated structure Moreover, CL, It is the wavelength in free space λ_0 When it carries out, they are depth-of-flute CL and wavelength λ_0 . $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$ By having constituted corrugated structure so that it might become relation Since only the directivity of the E plane can be changed continuously, without affecting the directivity of an H plane, The flat antenna which has desired directivity can be manufactured easily, and since directive degradation of a flat antenna can be prevented even if it shortens the die length of an antenna edge from opening of a flat antenna, a small flat antenna can be manufactured easily.

[0063] Moreover, according to the flat antenna (claim 3) concerning this invention, it sets to a flat antenna according to claim 1 or 2. Furthermore, when the die length to the antenna edge of the side which established corrugated structure from the opening edge of a flat antenna is set to D Depth-of-flute CL and wavelength λ_0 It reaches and die-length D is $D - CL \geq 0.1\lambda_0$. Since corrugated structure was constituted so that it might become relation, it can prevent barring the function of antenna original by considering having established corrugated structure as a cause.

[0064] Furthermore, while being able to manufacture a small antenna array easily by having arranged two or more flat antennas of any one publication of claim 1-3, and having constituted them on the same flat surface according to the antenna array (claim 4) concerning this invention, the antenna array to which only the directivity of the E plane was changed can be easily manufactured about each flat antenna, without affecting the directivity of an H plane.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] the conductor of a both-sides edge parallel to the radiation direction of an electromagnetic wave -- the flat antenna which prepared corrugated structure in the part -- setting -- the depth of flute of said corrugated structure -- the wavelength in CL and free space -- λ_0 -- the case where it carries out -- said depth-of-flute CL and wavelength λ_0 Flat antenna characterized by constituting said corrugated structure so that it may become the relation of $0.05\lambda_0 \leq CL$.

[Claim 2] the conductor of a both-sides edge parallel to the radiation direction of an electromagnetic wave -- the flat antenna which prepared corrugated structure in the part -- setting -- the depth of flute of said corrugated structure -- the wavelength in CL and free space -- λ_0 -- the case where it carries out -- said depth-of-flute CL and wavelength λ_0 Flat antenna characterized by constituting said corrugated structure so that it may become the relation of $0.05\lambda_0 \leq CL \leq 0.15\lambda_0$.

[Claim 3] Furthermore, when the length to the antenna edge of the side which established said corrugated structure from the opening edge of said flat antenna is set to D, they are said depth-of-flute CL and wavelength λ_0 . And flat antenna according to claim 1 or 2 characterized by the length D constituting said corrugated structure so that it may become the relation of $D - CL \geq 0.1\lambda_0$.

[Claim 4] The antenna array characterized by having arranged two or more flat antennas of any one publication of said claim 1-3, and constituting them on the same flat surface.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the plan of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the enlarged drawing of the field A in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the graph which shows the example of the measurement result about the antenna directivity in the CL experiment 1 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention, and which went to accumulate (CL=0lambda0).

[Drawing 4] It is the graph which shows the example of the measurement result about the antenna directivity in the CL experiment 1 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention, and which went to accumulate (CL=0.02lambda0).

[Drawing 5] It is the graph which shows the example of the measurement result about the antenna directivity in the CL experiment 1 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention, and which went to accumulate (CL=0.08lambda0).

[Drawing 6] It is the graph which shows the example of the measurement result about the antenna directivity in the CL experiment 1 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention, and which went to accumulate (CL=0.2lambda0).

[Drawing 7] It sets to the CL experiment 1 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength lambda 0 in free space about depth-of-flute CL. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0 to 0.4 times.

[Drawing 8] It sets to the CL experiment 2 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength lambda 0 in free space about depth-of-flute CL. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0 to 0.4 times.

[Drawing 9] It sets to the CL experiment 3 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength lambda 0 in free space about depth-of-flute CL. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0 to 0.25 times.

[Drawing 10] It sets to the CL experiment 4 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength lambda 0 in free space about depth-of-flute CL. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the Eth page and H plane at the time of making it change 0 to 0.4 times.

[Drawing 11] It is the graph which shows the directive side lobe level of each flat antenna used in the CL experiments 1-4 which specify the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention, and which went to accumulate.

[Drawing 12] It sets to the CW experiment 1 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength λ_0 in free space about depth-of-flute CW. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the E_{th} plane and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times.

[Drawing 13] It sets to the CW experiment 2 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength λ_0 in free space about depth-of-flute CW. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the E_{th} plane and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times.

[Drawing 14] It sets to the CW experiment 3 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength λ_0 in free space about depth-of-flute CW. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the E_{th} plane and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times.

[Drawing 15] It sets to the CW experiment 4 which specifies the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention and which went to accumulate, and is the wavelength λ_0 in free space about depth-of-flute CW. It is the graph which shows the situation of change of 10dB beam width in the E_{th} plane and H plane at the time of making it change 0.04 to 0.2 times.

[Drawing 16] It is the graph which shows the directive side lobe level of each flat antenna used in the CW experiments 1-4 which specify the configuration of the corrugated structure of the flat antenna concerning the gestalt 1 of operation of this invention, and which went to accumulate.

[Drawing 17] It is the plan of the antenna array concerning the gestalt 2 of operation of this invention.

[Drawing 18] It is the plan showing an example of the conventional flat antenna.

[Drawing 19] It is the plan of the conventional flat antenna (LTSA).

[Drawing 20] It is the plan of the conventional flat antenna (vivaldi).

[Drawing 21] It is the plan of the conventional flat antenna (CWSA).

[Description of Notations]

10 90 Flat antenna

11 81 Substrate

12 and 82 a conductor -- the section

13 Taper-like Slot Section

13c Opening

14 84 Corrugated structured division

20 Slot

80 Antenna Array

83 Slit

[Translation done.]